

TEMA 8. LOS ORGÁNULOS CELULARES (I).

El citoplasma es la parte de la célula situada entre la membrana plasmática y la membrana nuclear. Está formado por el citosol, los orgánulos y el citoesqueleto.

Existen varias clasificaciones de los orgánulos. Una de las más aceptadas se realiza a partir del tipo de membrana que los forma y distingue tres grupos:

- **Orgánulos no membranosos.**
 - Citoesqueleto.
 - Microfilamentos.
 - Filamentos intermedios.
 - Microtúbulos.
 - Derivados del citoesqueleto.
 - Centriolos.
 - Centrosoma.
 - Cilios y flagelos.
 - Ribosomas.
- **Orgánulos formados por membrana simple.** Forman el sistema de endomembranas.
 - Retículo endoplásmico.
 - Aparato de Golgi.
 - Lisosomas.
 - Peroxisomas.
 - Vacuolas. Tonoplasto.

Algunos autores incluyen en tal sistema el núcleo e incluso la membrana plasmática al tener en cuenta que todas estas membranas mantienen contacto entre sí.

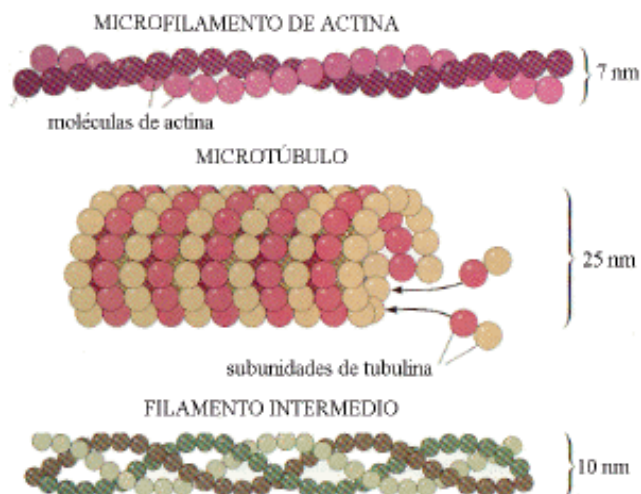
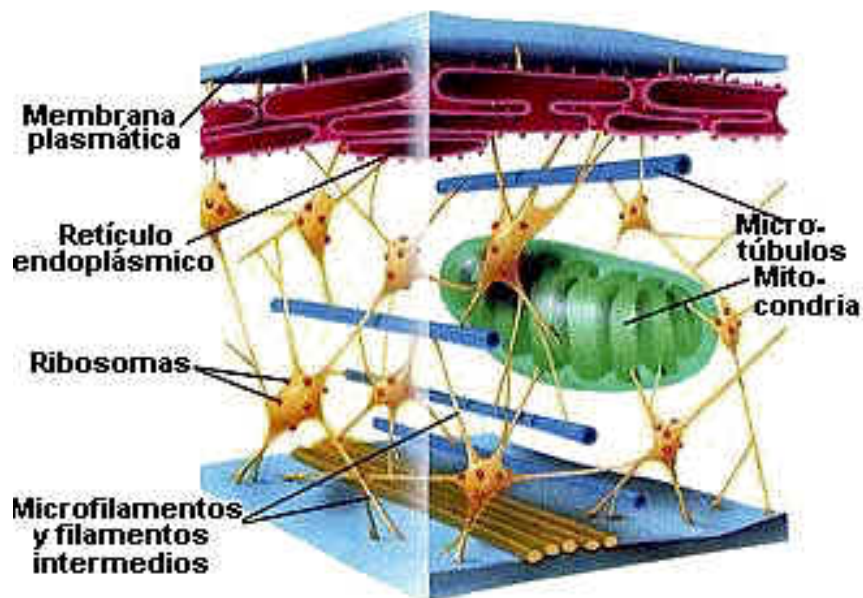
- **Orgánulos formados por doble membrana.**
 - Mitocondrias.
 - Plastos. Cloroplastos
 - Núcleo.

1. El citosol.

- También llamado hialoplasma.
- Compuesto por agua (70-85 %) y biomoléculas disueltas o en suspensión (15-30%), tales como glúcidos, lípidos, aas, proteínas, nucleósidos, nucleótidos, ácidos nucleicos, sales minerales e iones.
- Contiene gran cantidad de enzimas y en él se producen muchas reacciones vitales para la célula.

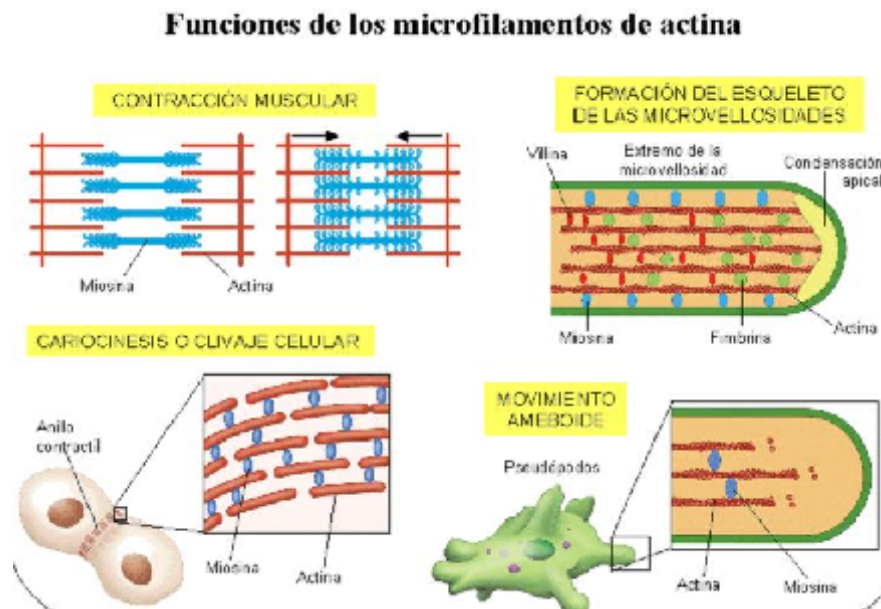
2. El citoesqueleto.

- Formado por una red de filamentos proteicos que se extiende por todo el citoplasma.
- Determina la forma de la célula, sus movimientos y la ubicación de sus orgánulos y estructuras.
- Constituye una red dinámica que se reorganiza continuamente.
- Los diferentes tipos de filamentos mantienen relativa conexión entre sí.
- Se distinguen tres tipos:
 - Microfilamentos.....7 nm.
 - Filamentos intermedios.....8-10 nm.
 - Microtúbulos.....25 nm.



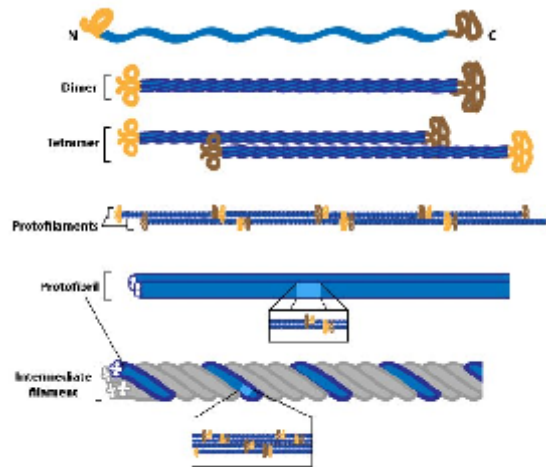
2.1. Microfilamentos.

- Fibras delgadas y flexibles.
- Formados por polímeros helicoidales de actina.
- Dispersos en el citoplasma y situados bajo la membrana plasmática.
- Aparecen en todas las células eucariotas pero son más abundantes en las fibras musculares.
- **Funciones.**
 - Compartimentación y organización del citoplasma.
 - Transporte de vesículas.
 - Determinación de la forma y del movimiento celular.
 - Sustentar extensiones permanentes como las microvellosidades o transitorias como los pseudópodos.
 - Cariocinesis en células animales.
 - Producir la contracción muscular asociados a filamentos de miosina.



2.2. Filamentos intermedios.

- Formados por hebras de proteínas fibrosas alargadas como citoqueratina, vesmina o desmina.
- Son distintos según el tipo de célula.
- Su función es estructural y permiten resistir tensiones mecánicas cuando las células son estiradas.
- Abundan en células musculares, epiteliales y en los axones de las neuronas.

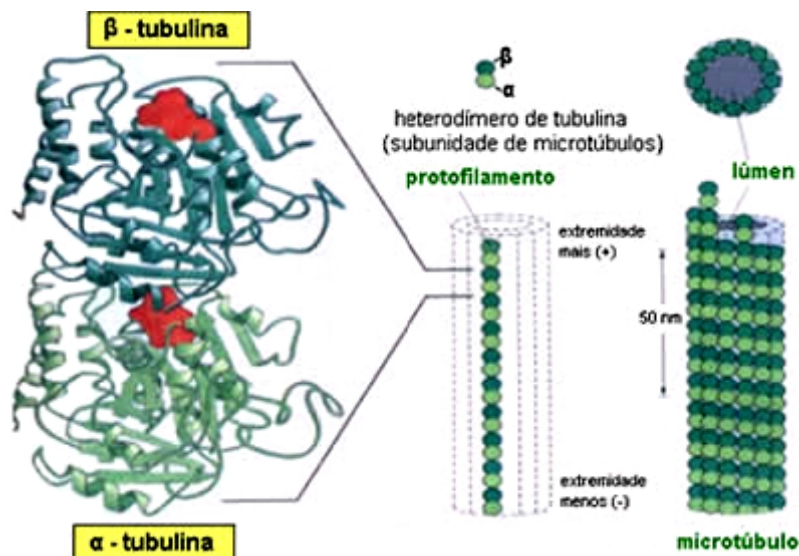


2.3. Microtúbulos.

- Son cilindros largos, rectos, rígidos y huecos.
- Se forman por 13 protofilamentos paralelos en los que se alternan dímeros de tubulina α y tubulina β .
- Pueden destruirse rápidamente en una zona y formarse en otra.
- Crecen a partir de los COM, centros organizadores de microtúbulos.
- Se extienden hacia la periferia celular generando un sistema de guías.

- **Funciones.**

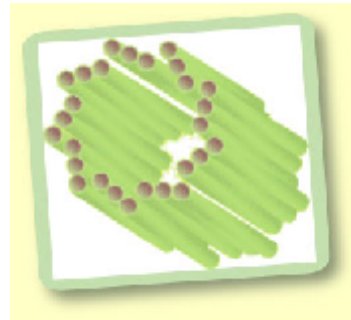
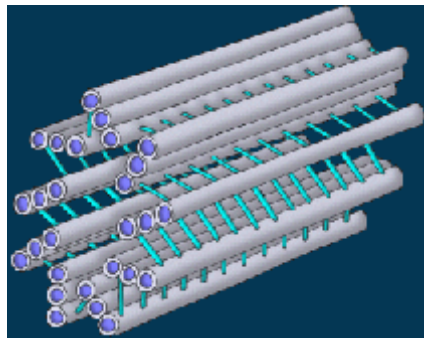
- Transporte de vesículas y orgánulos por el citoplasma.
- Formación de centriolos, cilios y flagelos.
- Generan el huso mitótico que permite la separación de los cromosomas durante la mitosis.



3. Estructuras formadas por microtúbulos.

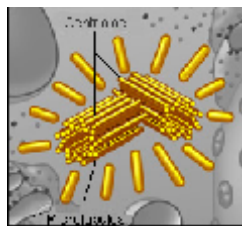
3.1. Centriolos.

- Son cortos cilindros huecos formados por nueve tripletes de microtúbulos conectados entre sí.
- En el centro no aparece ningún microtúbulo por lo que su estructura se representa como 9+0.
- Forman otros centriolos y el corpúsculo basal a partir del que crecen cilios y flagelos.



3.2. Centrosoma.

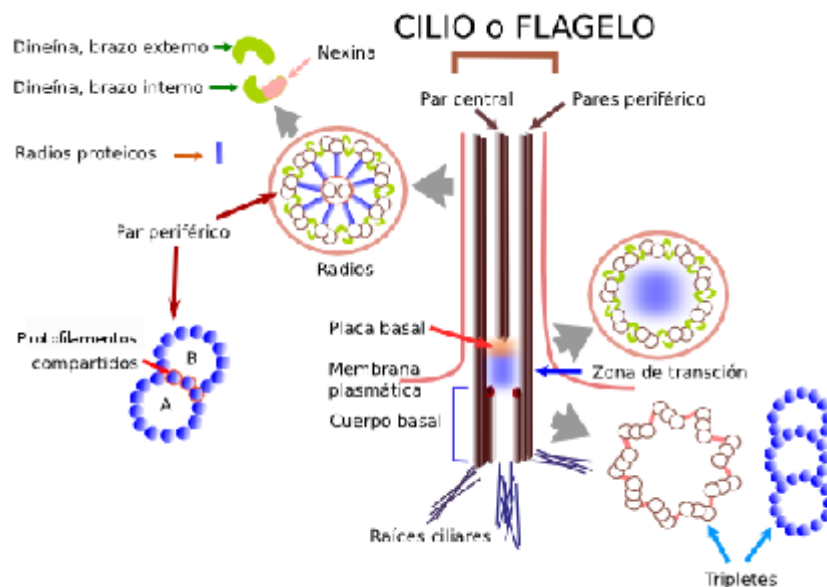
- Formado por un par de centriolos orientados perpendicularmente (diplosoma) y rodeados de un material pericentriolar amorfo (COM).
- Aparece cerca del núcleo de células animales.
- Su función es organizar la formación de microtúbulos celulares y del huso mitótico que se extiende a partir de centrosomas duplicados.
- El resto de las células eucariotas (vegetales, protozoos, etc.) carecen de centrosomas pero si poseen COM.



3.3. Cilios y flagelos.

- Son prolongaciones móviles de la membrana plasmática cuya interior se forma de microtúbulos.
- Los cilios son cortos y numerosos (10 μ m) y se mueven al unísono de atrás hacia adelante. Mueven el líquido que rodea a la célula para capturar partículas o facilitar el desplazamiento.

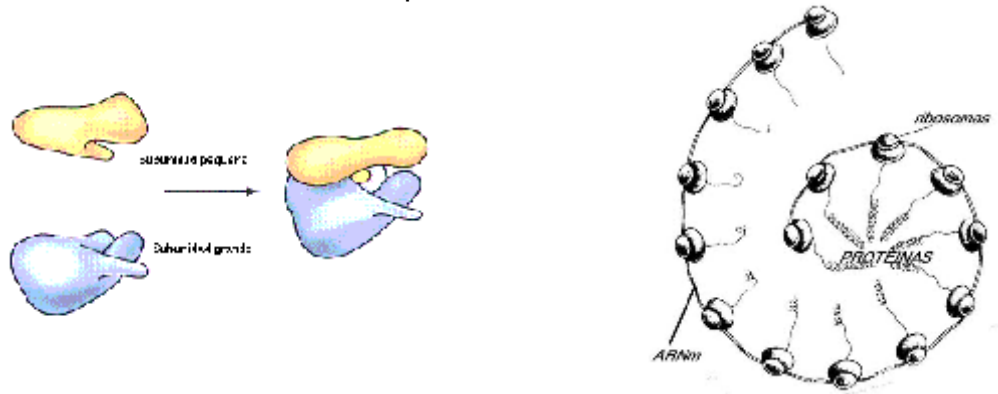
- Los flagelos son largos y escasos (200 μm) y realizan un movimiento ondulatorio. Permiten la locomoción de varios tipos de protozoos y de los espermatozoides.
- En la estructura de ambos distinguimos desde al interior al exterior:
 - Raíces ciliares con función contráctil.
 - Corpúsculo basal semejante a un centriolo, con 9+0 tripletes.
 - Zona de transición con 9+0 dobletes y rodeada por membrana plasmática
 - Tallo o axonema con estructura 9+2 dobletes (par central) y también rodeado por membrana.



4. Los ribosomas.

- Partículas subcelulares sin membrana que pueden considerarse los orgánulos más pequeños.
- Sólo son visibles al m.e. y están compuestos por proteínas, ARNr y gran cantidad de agua.
- Formados por dos subunidades, una grande y otra pequeña, que sólo se unen en el momento de la traducción.
- En eucariotas estas se forman en el nucléolo al unirse los ARNr a proteínas previamente sintetizadas en el citoplasma y transportadas al interior del núcleo.
- Los ribosomas procariotas y eucariotas se diferencian por sus coeficientes de sedimentación. La unidad de medida de este parámetro es el Svedberg, $1 \text{ S} = 10^{-13} \text{ s}$.
- Los procariotas poseen 70 S, 50 S la subunidad mayor y 30 S la menor.
- Los eucariotas son 80 S, 60 S la subunidad grande y 40 S la pequeña.
- Los ribosomas de mitocondrias y cloroplastos son semejantes a los procariotas.
- Pueden encontrarse:

- Libres en el citosol, bien aislados o formando grupos, llamados polirribosomas o polisomas, que leen un mismo ARNm.
- Adheridos a la cara externa del RER.
- Unidos a la cara interna de la membrana plasmática.
- Libres en la matriz mitocondrial o en el estroma de los cloroplastos.
- Su función es sintetizar las proteínas celulares.

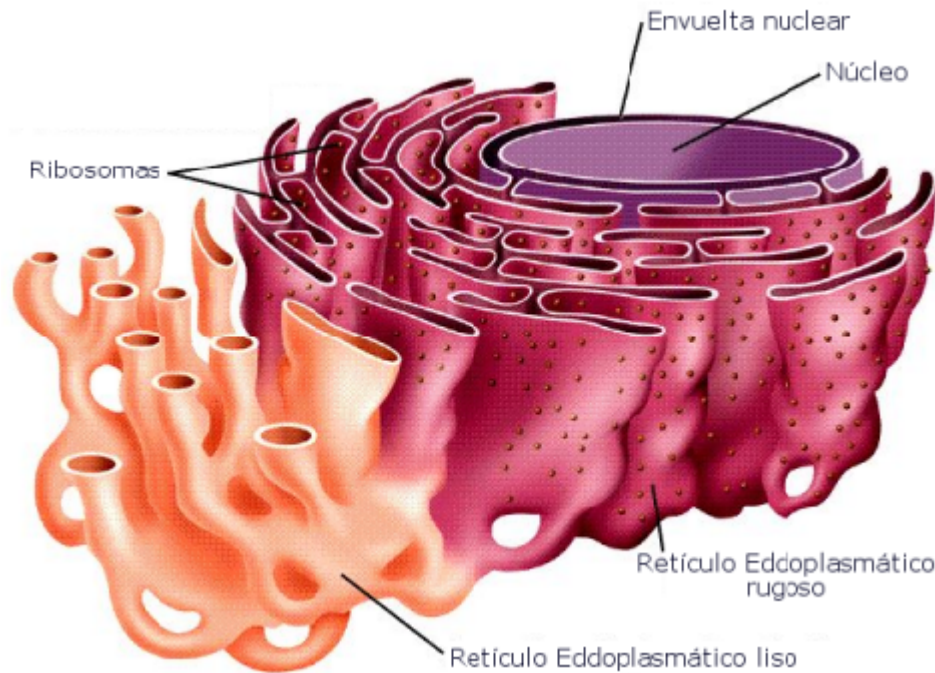


5. Las inclusiones citoplásmicas.

- Son depósitos sin membrana que acumulan sustancias de reserva o de desecho. Aparecen en todos los tipos de células tanto procariotas como eucariotas.
- Los más importantes son:
 - Gránulos de carbohidratos. Glucógeno en células animales y almidón en las vegetales.
 - Gotas de lípidos. En las plantas aparecen en semillas y frutos y en los animales en las células adiposas.
 - También se forman acúmulos de látex, pigmentos, proteínas cristalizadas, etc.

6. El retículo endoplásmático.

- Forma parte del sistema de endomembranas al igual que el resto de los orgánulos que veremos en este tema.
- Está formado por gran cantidad de túbulos y sacos aplanados o cisternas, que se mantienen muy replegados y unidos entre sí.
- Rodea al núcleo y a veces se extiende por todo el citoplasma.
- Si uniéramos sus membranas podríamos tener incluso la mitad de la superficie membranosa de la célula y su espacio interno puede alcanzar un 10% del volumen celular.
- La membrana es más fina que la plasmática y posee más proteínas aunque su estructura es similar (concepto de unidad de membrana).
- Según su situación y funciones distinguimos dos tipos: rugoso y liso.



Pag 139. Comparación de dibujo y microfotografía.

- **Retículo endoplásmico rugoso.**

- Con ribosomas adheridos a la cara externa de su membrana.
- Gran cantidad de cisternas grandes y aplanadas.
- Menor proporción de túbulos.
- Situado más cerca del núcleo.
- Conecta con la membrana nuclear.
- Sus principales **funciones** son:
 - **Síntesis, almacén y distribución de proteínas** que se incluyen en su interior mientras se traducen en los ribosomas de su cara citoplásmica.
 - El destino de estas proteínas es la secreción o formar parte de la membrana plasmática o de otros orgánulos, para ello requieren estar glucosidadas. Las proteínas que realizan su función en el citoplasma no requieren tal glucosilación y son sintetizadas por ribosomas que están dispersos en el mismo.
 - **Unión de fragmentos de oligosacáridos** a tales proteínas.

- **Retículo endoplásmico liso.**

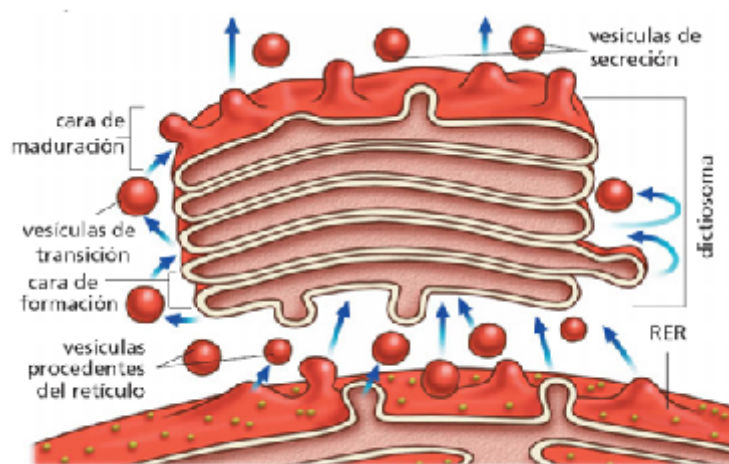
- Sin ribosomas.
- Mayoritariamente formado por túbulos.
- Más alejado del núcleo y cercano al aparato de Golgi.
- Sus principales **funciones** son:
 - **En general.** Sintetizar lípidos en su cara externa a partir de

ácidos grasos citoplásmicos. Almacenar y transportar tales lípidos.

- **En células hepáticas.** Eliminación de toxinas liposolubles y formación de compuestos que pueden ser eliminados por el aparato excretor, degradación de glucógeno y síntesis de ácidos biliares.
- **En fibras del músculo estriado.** Actúa en la contracción muscular favoreciendo la unión de Ca a los filamentos (retículo sarcoplásmico).

7. El aparato de Golgi.

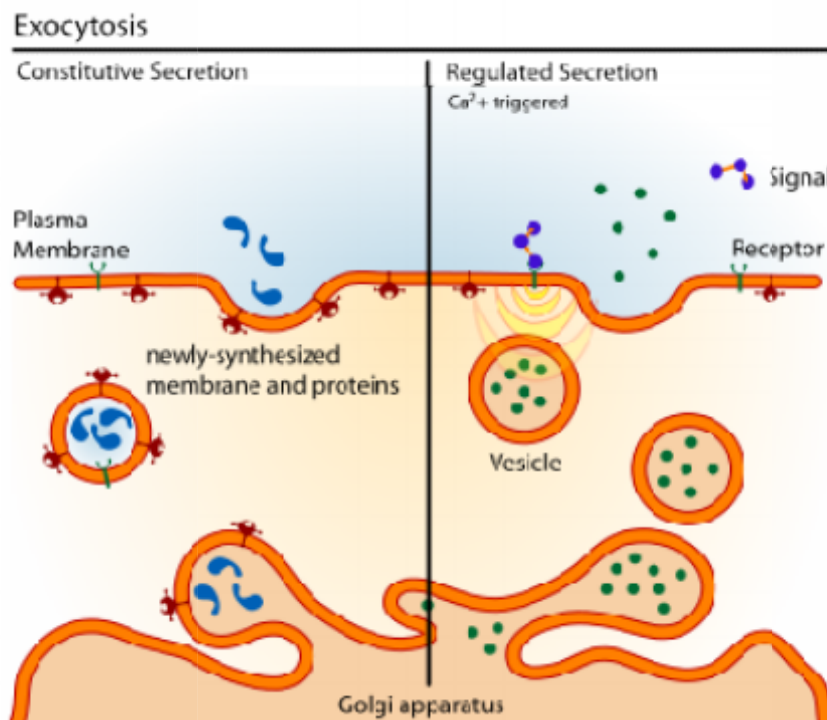
- Formado por sáculos aplanados o cisternas en forma de disco y vesículas asociadas.
- Los sáculos se agrupan formando dictiosomas cuyo número y tamaño varía según el tipo de célula.
- Está polarizado pues distinguimos dos zonas: cara cis y cara trans.
- **La cara cis.**
 - Orientada hacia el núcleo y cercana al RE.
 - Membranas finas semejantes a las del retículo.
 - Presenta vesículas pequeñas que se desprenden por gemación, sobre todo del RER, y se fusionan con las primeras cisternas.
 - Estas se denominan vesículas de transición y realizan un transporte entre los dos orgánulos.
- **La cara trans.**
 - Situada cerca de la membrana plasmática.
 - Cisternas progresivamente más gruesas y amplias.
 - Produce por gemación vesículas de secreción en la zona terminal.
- En el centro del dictiosoma se sitúan pequeñas vesículas de transporte que conectan unas cisternas con otras en dirección cis-trans.



Pag 140. Comparación esquema-microfotografía.

- **Funciones.**

- **Modificación, empaquetamiento, transporte, distribución y secreción de moléculas sintetizadas en el RE.**
- El recorrido de tales moléculas es: RE-vesículas de transición-cisternas de la cara cis-vesículas de transporte-dictiosoma-cara trans-vesículas de secreción.
- Las vesículas de secreción pueden:
 - Quedarse en el citoplasma **formando lisosomas**.
 - Situarce cerca de la membrana para unirse a ésta liberando sustancias tras una señal externa (**exocitosis regulada**).
 - Fusionarse directamente para liberar su contenido por **secreción primaria**.
- **Regeneración de la membrana plasmática** mediante exocitosis constitutiva. Compensa las pérdidas producidas por endocitosis. La cara interna de la vesícula será la cara externa de la membrana plasmática. Pag 141.
- **Glucosilación de proteínas y lípidos.**
- **Síntesis y transporte de los polisacáridos** que forman la pared celular vegetal (celulosa, pectina, hemicelulosa, etc.).



8. Los lisosomas.

- Son vesículas que contienen enzimas hidrolíticos (hasta 50 tipos diferentes) que descomponen o hidrolizan biomoléculas.
- Su medio interno es muy ácido pues sus enzimas requieren pH 5 para

funcionar. Esto es un sistema de seguridad pues si se rompen el pH 7,2 del citoplasma los inactiva impidiendo el daño intracelular.

- Este pH se mantiene gracias a una bomba situada en su membrana que introduce protones desde el citosol consumiendo ATP.
- El interior de la membrana está cubierto de glucoproteínas que impiden la degradación de ésta por parte de los enzimas.
- Existen dos tipos de lisosomas: primarios y secundarios.

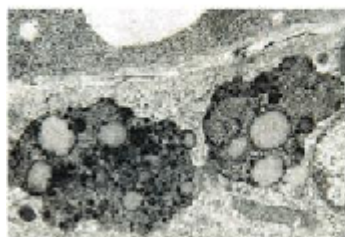
- **Lisosomas primarios.**

- Vesículas redondeadas u ovaladas.
- Formados por gemación a partir del Golgi.
- Sólo contienen enzimas hidrolíticos.
- Pueden formar lisosomas secundarios o verter su contenido al exterior para realizar digestión extracelular.
- En este proceso las enzimas digieren extracelularmente los alimentos y los productos resultantes son absorbidos por la célula. Así se realiza la digestión en los hongos.

- **Lisosomas secundarios.**

- Se forman al fusionarse un lisosoma primario con una vacuola que contiene material para digerir.
- Contenido heterogéneo y forma variable.
- Diferenciamos dos tipos:
 - **Fagolisosoma.** Digieren material exógeno.
 - **Autofagolisosoma.** Digieren material endógeno.
- Ambos originan vesículas con restos no digeridos llamados cuerpos residuales.

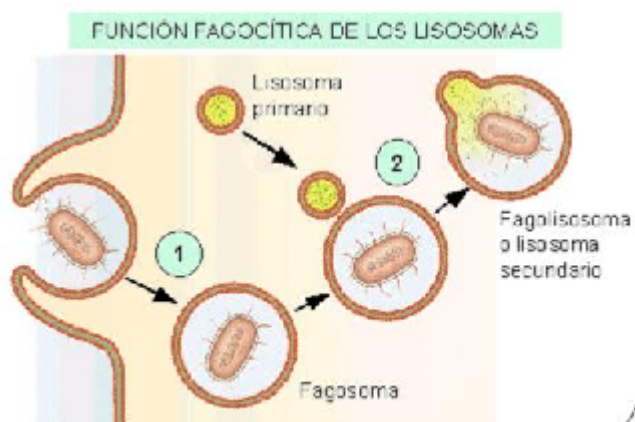
Lisosomas



Lisosomas secundarios al MET

- 1 Se forman vacuolas fagocíticas o **fagosomas**.
- 2 Los fagosomas se fusionan con los lisosomas para formar los **fagolisosomas**.

- Contienen en su interior enzimas hidrolíticas
- Digieren material procedente de la endocitosis, la fagocitosis y la autofagia.



- **Funciones.**

- Digestión intracelular con fines nutritivos.
- Destrucción de patógenos.
- Eliminación de componentes y orgánulos inservibles.
- Nutrición celular en condiciones adversas (digerir material propio).
- Expulsión de sustancias nutritivas al citoplasma a través de la membrana lisosomal.

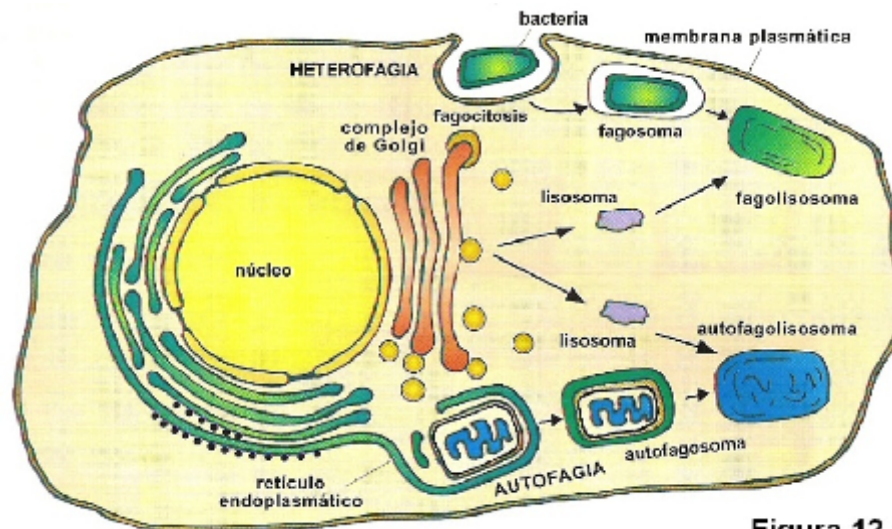


Figura 12.9

9. Los peroxisomas.

- Son orgánulos pequeños formados por una membrana que contiene enzimas de oxidación.
- Existen unos 50 tipos distintos de estas enzimas. Los más importantes son las Peroxidasa y las catalasas.
- Se forman a partir de la membrana del RE tras la inserción de proteínas específicas.
- Los enzimas del interior son sintetizados en el citosol.

- **Funciones.**

- Oxidación de moléculas. Las peroxidasas forman agua oxigenada, peróxido de hidrógeno (H_2O_2), al usar el oxígeno molecular para oxidar sus sustratos. Este compuesto es tóxico por lo que la catalasa lo descompone en agua y oxígeno.
- Degradación de ácidos grasos hasta acetil CoA. Esta ruta se denomina β -oxidación. En células animales también se realiza en las mitocondrias pero en levaduras y plantas sólo en los peroxisomas.
- Participación en la síntesis de lípidos.
- Degradación de moléculas muy reducidas controlando el nivel de oxígeno, por ejemplo el exceso de NADH.

- Transformación de ácidos grasos en azúcares en las semillas en germinación (glioxisomas).
- Interviene en la fotorrespiración junto a las mitocondrias y los cloroplastos.



10. Las vacuolas.

- Son orgánulos con forma de bolsa que se forman por fusión de vesículas procedentes del RE y el Golgi.
- En células animales son pequeñas y escasas.
- Las células vegetales tienen muchas y pequeñas. A medida que la célula crece las vacuolas se van fusionando hasta formar una de gran tamaño llamada tonoplasto. Esta ocupa hasta el 90% del volumen celular y desplaza otros orgánulos hasta la periferia.

• Funciones.

- Almacenar sustancias de reserva, como azúcares y ácidos grasos y proteínas, y productos de desecho.
- En células vegetales acumulan pigmentos como antocianinas y flavonoides que dan color a los pétalos y sustancias tóxicas para la célula si permanecen en el citoplasma como el opio, la nicotina o el cianuro.
- El tonoplasto mantiene la turgencia celular almacenando agua, y consecuentemente la planta erguida.
- En algunos protozoos actúan como vacuolas contráctiles o pulsátiles que regulan el exceso de agua bombeándolo al exterior (interior celular hipertónico en medios dulceacuícolas).

